



## محاسبه ابعاد بهینه تیوروق با جان کنگره‌ای

محمد زمان کبیر<sup>۱</sup>، حسین کلاهی<sup>۲</sup>

۱: دانشیار گروه سازه دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران

۲: دانشجوی کارشناسی ارشد سازه، دانشکده مهندسی عمران و محیط زیست دانشگاه صنعتی امیرکبیر تهران

Hkolahi65@yahoo.com

### خلاصه

تیوروق‌های با جان موج دار به منظور افزایش سختی پیچشی که منجر به افزایش چشمگیر ظرفیت کمانش جانبی در تیرهای سراسری می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرند. جان اینگونه تیرها را می‌توان به اشکال مختلفی خم کرد و شکل موج‌های متفاوتی در آنها ایجاد نمود که بستگی به ابعاد، ارتفاع، ضخامت مقطع و طول دهانه تیر خواهد داشت. یکی از نکات پر اهمیت در موارد عملی و اجرایی اینگونه تیرها طرح بهینه ابعاد موج جان تیر می‌باشد. در تحقیق حاضر تلاش شده است که برای یک مقطع فلزی I شکل با جان کنگره‌ای به یک طرح بهینه دست پیدا کنیم به نحوی که از طرفی تمامی قیود مطروحه از قبیل محدودیت‌های ساخت برآورده شده و از طرف دیگر به طور همزمان با بیشینه ساختن ظرفیت کمانش جانبی، وزن تیر را نیز کمینه کند. برای این منظور یک پروسه بهینه سازی چند هدفی انجام گرفته است که طی آن تابع بهینه سازی با ترکیب دو تابع هدف بدست آمده و همچنین با در نظرگیری قیود مختلف در نهایت به یک عملیات بهینه سازی چند هدفه مقید منجر شده که برای حل آن از روش تصویر گرادیان استفاده شده است. این روش کلاسیک بهینه‌سازی برای حل مسایل مقید بسیار سریع و راحت به جواب بهینه همگرا می‌شود. در جریان استخراج معادلات هدف برخی فرض‌ها و ساده‌سازی‌هایی در نظر گرفته شده که این فرضها در نهایت به صورت قیودی بر تابع هدف نهایی اعمال شده‌اند تا از صحت فرض‌های انجام گرفته اطمینان حاصل شود. برخی از پارامترها از قبیل عرض و ارتفاع مقطع و همچنین ضخامت بال و جان، از پیش معین در نظر گرفته شده است و طول و عرض موج‌های جان به عنوان پارامترهای درگیر در پروسه بهینه‌سازی مد نظر قرار گرفته‌اند.

**کلمات کلیدی:** تیوروق، جان موج دار، بهینه سازی، تصویر گرادیان، کمانش

### ۱. مقدمه

در زمینه طراحی اعضای خمشی فولادی از جمله تیوروق‌ها تحقیقات وسیعی انجام شده است که البته بیشتر آنها به منظور بهبود رفتار و مقاومت خمشی این اعضا انجام گرفته است، ولی همچنان که پیداست پایداری جانبی این اعضا و همچنین کمانش پیچشی آنها نیز نیاز به بررسی‌های بیشتری دارند. همچنین به دلیل ارتفاع زیاد این نوع تیرها در مقایسه با تیرهای معمولی بحث کمانش ورق جان این نوع تیرها نیز از اهمیت زیادی برخوردار است. یکی از پیشنهاداتی که برای مقابله با نقاط ضعف فوق ارائه شده است استفاده از تیوروق با جان موجدار می‌باشد. تحقیقات معدودی در زمینه ظرفیت باربری تیرهای کنگره‌ای انجام شده است ولی در زمینه به دست آوردن ابعاد بهینه این موج‌ها تحقیقات خاصی انجام نشده است.

معادله حاکم بر کمانش پیچشی تیرها که به علت کمانش ناحیه فشاری مقطع رخ می‌دهد و به دلیل یکپارچگی مقطع با پیچش کلی مقطع

همراه است در زیر آورده شده است:

$$EI_Y \frac{d^2V}{dz^2} - M = 0 \quad (1)$$

$$EI_X \frac{d^2U}{dz^2} - \emptyset M = 0 \quad (2)$$

$$GJ \frac{d\emptyset}{dz} - EC_W \frac{d^3\emptyset}{dz^3} + \frac{dU}{dz} M = 0 \quad (3)$$